

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

17. listopadu 15, 708 33 Ostrava - Poruba

Hornicko-geologická fakulta

Institut hornického inženýrství a bezpečnosti



Autoreferát disertační práce

Analýza využití starých důlních děl se zřetelem k Ostravské aglomeraci

Analysis old mining works with regard to Ostrava basin

Autor:

Ing. Adéla Cibulcová

Školitel:

Prof. Ing. Vlastimil Hudeček, CSc.

Studijní program:

Hornictví

Studijní obor:

Hornictví a hornická geomechanika

Ostrava 2016

Abstrakt

V prostorech bývalých dolů je v dnešní době velký počet starých důlních děl, které svým způsobem působí určité problémy z hlediska dodržování legislativy, ale i bezpečnosti. Na druhé straně však mohou být tato díla využita tak, aby nezatěžovala prostředí a přinesla určitý ekonomický a společenský efekt.

Například jen v ostravsko-karvinském revíru je v současné době 359 starých důlních děl. Většina starých důlních děl je evidována a zajištěna v rámci ochrany proti úniku metanu. Na řadě zajištěných důlních děl se realizuje monitoring a údržba.

Starým důlním dílem rozumíme dle horního zákona důlní dílo v podzemí, které je opuštěno a jehož původní provozovatel ani jeho právní nástupce neexistuje nebo není znám. Nebo dle platné úpravy od roku 2002 je starým důlním dílem také opuštěný lom po těžbě vyhrazených nerostů, jehož původní provozovatel, ani jeho právní nástupce neexistuje nebo není znám.

V porovnání s ostatními zeměmi není využívání starých důlních děl v České republice zcela rozvinuté

Disertační práce uvádí počet starých důlních děl v České republice a možné využívání takto opuštěných objektů a následně se soustředila na využití starých důlních děl na Ostravsku.

Klíčová slova:

Stará důlní díla, jámy, překopy, šibíky, štoly, chodby, retenční nádrž, tepelná energie.

Abstract

A large number of old mine workings, is concentrated in areas of the former mines nowadays. They pose some problems in terms of compliance with laws but also safety. On the other hand, these works may be utilized so that it does not burden the environment and brought a certain economic and social effect.

For example, only in the Ostrava-Karvina coalfield is currently 359 old mine workings. Most of the old mine workings is registered and secured to protect against leakage of methane. On some secured workings is carried out monitoring and maintenance.

We understand the old mine works under the Mining Act underground mine works, which is coffin, and the original operator or legal successor does not exist or is not known. Or even under applicable regulation since 2002, is an old mine works also abandoned quarry after mining of reserved minerals, whose original operator or its legal successor does not exist or is not known.

In comparison with other countries is the use of old mines in the Czech Republic fully developed.

Dissertation shows the number of old mines in the Czech Republic and the possible use of they and then focused on the use of old mines in the Ostrava region.

Key words:

Old mine workings, pits, crosscuts, staple pit, tunnels, corridors, retention pond, and thermal energy.

Čestné prohlášení a souhlas s publikováním

„Prohlašuji, že jsem celou disertační práci vypracovala samostatně, podle pokynu školitele, s použitím uvedené literatury a v souladu se směrnicí děkana č. 1/2010 disertační práce a autoreferát a v souladu se „Studijním a zkušebním řádem pro studium v doktorských studijních programech Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava“.

V souladu s § 47a zákona č.111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů souhlasím s publikováním textu své práce na webové stránce HGF VŠB – TU Ostrava.“

V Ostravě, březen 2016

Ing. Adéla Cibulcová

Cíle disertační práce jsou:

- provedení analýzy v počtu důlních objektů,
- rekognoskace využití starých důlních děl v Ostravské dílčí pánvi,
- využití starých důlních děl v širším kontextu, ukládání odpadu, skladovací prostory,
- podle výsledků z průzkumu využití starých důlních děl v Ostravské dílčí pánvi stanovit nejvhodnějších typ tepelných čerpadel pro účinné vytápění, s využitím kalkulátorů,
- stanovit ekonomickou bilanci pro obyvatele na Ostravsku
- využití zásoby metanu, zejména při očekávaném uzavírání dolů,

Obsah

Abstrakt.....	2
Klíčová slova:	2
Abstract.....	3
Key words:	3
Čestné prohlášení a souhlas s publikováním	4
Cíle disertační práce jsou	5
Úvod.....	7
1. Stará důlní díla	8
2. Možnosti využití starých důlních děl	9
2.1. Hornická muzea a skanzeny	10
2.2. Využití starých důlních děl pro soukromé účely	11
3. Ukládání odpadu v podzemí SDD	11
4. Využití opuštěných dolů pro uložení oxidu uhličitého	13
5. Možnost ukládání CO ₂ v dolech OKD	13
5.1. Celková skladovací kapacita závodu Paskov.....	14
5.2. Závěr kapitoly možnost ukládání CO ₂ v dolech OKD.....	14
6. Využití starých důlních děl jako zdroje tepla	15
6.1. Návrh jak využít stará důlní díla k vytápění v Ostravě.....	15
6.2. Úspory.....	18
7. Získání metanu z uzavřených dolů	23
Závěr	24
Literatura.....	25
Vlastní publikace	28

Úvod

V doktorské disertační práci posuzuji možnosti využití starých důlních děl pro různé účely. Toto téma má svůj historický původ, protože hornická činnost se vyznačuje přípravou k těžbě, aby pak po jejím ukončení zůstala důlní díla v různém stavu konsolidace, nebo porušení. Tato díla, prostor, který vytvořila, obsah vody, plynů, případně jiných látek, v nich obsažených se dají za určitých předpokladů racionálně využít. Z analýzy, provedené v disertační práci vyplývá, že možnosti využití jsou velmi široké.

Stará důlní díla mají nesmírně velký potenciál nejen ve využívání, ale také oplývají kulturním a přírodním bohatstvím.

V práci se zabývám například hornickými muzei, nebo skanzeny, která jsou zaměřena buď vysloveně technicky s historickým zaměřením, nebo geograficky, mapující činnost v daném regionu. Uvádím i příklady využití starých důlních děl pro soukromé účely.

Samostatnou otázkou využití SDD v podzemí, je možnost ukládání odpadu. Na první pohled to je jednoduchý způsob, jak se odpadu, jehož zvyšující se produkce působí velké společenské problémy, zbavit. V disertační práci jsou uvedeny způsoby, jak překlenout ekologické zábrany k využití tohoto způsobu využití starých důlních děl.

Další naléhavou otázkou dneška je koncentrace skleníkových plynů v ovzduší a důsledky, které jsme v posledních letech pocítili i u nás. Uvádím řešení, kdy by za jistých podmínek bylo možno uložit oxid uhličitý do opuštěných dolů.

Dále se v disertační práci zabývám využitím starých důlních děl, jako zdroje tepla. Inspirovala jsem se příkladem ze Skotska, kdy se posuzuje možnost, využít stará důlní zatopená vodou, jako zdroje k vytápění povrchových objektů. Návrh, pokud by se ho podařilo realizovat, může znamenat významný ekologický a ekonomický přínos i pro ostravsko-karvinský region.

Současná doba nemá příznivé zprávy pro hornictví. Nedávno oznámila těžební společnost v OKD, že vzhledem ke konkurenci hodlá ukončit těžbu na řadě dolů. Abychom se vyhnuli nepříjemnostem z unáhleného uzavírání koncem 20. století, uvedla jsem technická řešení k organizovanému ukončení těžby i s možností využít energii plynu v opuštěných důlních dílech.

Jsem přesvědčena, že uvedené poznatky a návrhy mohou být prospěšné, hornictví i celé naší společnosti.

1. Stará důlní díla

Podle dnes platné legislativy, vykonává evidenci a vede přehled o starých důlních dílech z pověření MŽP ČR, Státní geologická služba (SGS). Registr Starých důlních děl (SDD), podle [1] je následující:

Vedení registru starých důlních děl ve smyslu § 35 zákona ČNR č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), ve znění pozdějších předpisů a §§ 1, 2 vyhlášky MŽP ČR č.363/1992 Sb., o zjišťování starých důlních děl a vedení jejich registru.



Obrázek 1 Zajišťování vstupu do SDD[1]

Do registru starých důlních děl jsou zařazována všechna došlá oznámení. V rámci jednotlivých oznámení může být uvedeno i více důlních děl (objektů). Vlastní registr je veden formou složek, obsahujících záznamový list, výřez mapy s lokalizací díla, vyjádření ČGS pro MŽP, veškerou korespondenci a další související materiály. Tyto materiály jsou uloženy pod samostatnými signaturami v archivu Geofond. Následným šetřením ČGS jsou oznámené objekty zařazeny do příslušných kategorií.

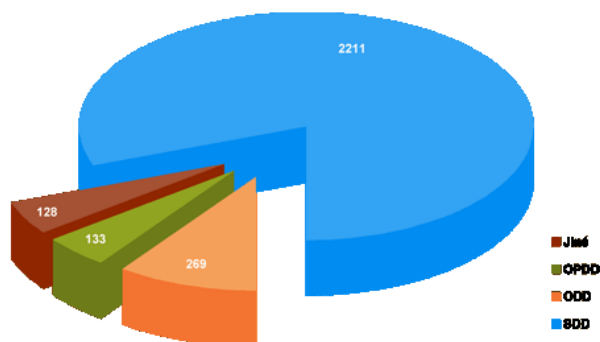
Rozlišují se:

- stará důlní díla (SDD) dle definice v § 35 horního zákona,
- opuštěná průzkumná důlní díla (OPDD), provozovaná ze státních prostředků v rámci geologického průzkumu, která nebyla po ukončení prací předána těžbě,
- opuštěná důlní díla (ODD), díla mimo provoz, která mají svého majitele nebo jeho právního nástupce,
- ostatní objekty (jiné), většinou podzemní prostory, které byly vyraženy za jiným

účelem než pro těžbu a průzkum nerostných surovin.

Zastoupení jednotlivých kategorií v registru SDD

Stav k 1. 1. 2015.



Obrázek 2 Počty jednotlivých kategorií SDD v ČR k 1. 1. 2015 [1].

2. Možnosti využití starých důlních děl

Stará důlní díla, která sloužila například dlouhá desetiletí pro průmyslové účely, poukazují na to, že lze tyto podzemní prostory přivést zpět do života a to převedením odpovědnosti do výhod a prospěchů celé společnosti. Staré důlní dílo je nenahraditelné prostředí, které je tvůrčím projevem lidstva.

Zde uvádím nástin několika možností využití starých důlních děl:

- hornická muzea a skanzeny,
- využití likvidovaných důlních děl pro výstavbu podzemních zásobníků (ropy a ropných produktů, plynů, tepla),
- ukládání odpadů do důlních prostor (s výjimkou radioaktivních a toxických odpadů a také ukládání CO₂),
- vodní zdroje (zejména při využívání geotermálního tepla nebo zřízení přečerpávací elektrárny, průmyslové využití vod),
- zdravotnické využití (využití termální pramenů pro vodoléčby pacientů, inhalace podzemního ovzduší, léčení astmatu nebo alergií),
- využití pro školské zařízení (zejména pro obory zabývající výukou v oblasti hornictví, důlním měřictvím, geologií, geomechanikou, hydrogeologií, kde lze získat reálné a praktické zkušenosti z podzemního prostředí, které lze pojat jako ukázkovou laboratoř),
- civilní kryty pro veřejnost,

- vojenské využití,
- zemědělské pěstování (lze využívat pěstování různých plodin, které potřebují konstantní podmínky k růstu, arboretum),
- využití důlního prostředí pro uskladnění potravinových zdrojů (například při uskladnění vína, sýrů, ovoce či léků, zde jde zejména o využití konstantní teploty a vlhkosti, které toto uskladňování vyžaduje),
- restaurační zařízení,
- využití pro odborné přednášky, sympozia, kulturní akce nebo koncerty,
- soukromé účely.

2.1. Hornická muzea a skanzeny

Jedná se o nejčastější způsob využití důlních děl. Hornická muzea a skanzeny jsou zaměřeny buď vysloveně technicky s historickým zaměřením, nebo geograficky, mapující činnost v daném regionu. Mezi největší muzea patří Hornické muzeum Příbram, Hornické muzeum OKD v Ostravě, Podkrušnohorské technické muzeum aj.). Vedle těchto muzeí existuje řada muzeí menších, za jejichž vznikem stojí občanské iniciativy a jsou tak dílem nadšeneckým, bez institucionální podpory. Mezi tato muzea můžeme zařadit Důl Řimbaba v Bohutíně, štolu Ondřeje Šlika v Plané, Hornický skanzen ve Stříbře, Důl Kovárna v Obřím dole aj.

Hornické muzeum Landek Park je největší podnikové muzeum v České republice. Nachází se v Petřkovicích u Ostravy pod vrchem Landek. Tamní souvislý areál má rozlohu 10 ha, což z něj činí největší muzejní areál v celé republice. Kromě povrchové expozice strojů a zařízení, podzemní expozice a expozice báňské záchranářství zde nalezneme také rekonstrukci sídliště lovců mamutů. V areálu se nachází kaple svaté Barbory. [5].

V určitém okruhu kolem původní jámy, je v důlní prostředí soustředěna stará i moderní důlní technika. U návštěvníků vzbuzuje velký zájem Obr. 3.



Obrázek 3. Hornické muzeum Landek, ukázka dobývacího komplexu [4].

2.2. Využití starých důlních děl pro soukromé účely

Jako příklad zde může posloužit rozšíření části Jaklovecké štoly, provedené hornickým způsobem ve skalním masivu bez výdřevy a prostupující bývalým protiletectkým krytem, pro účely vinného archivu ve Slezské Ostravě.

Mnohé štoly či jámy, které nejsou ohlášeny a nejsou tak ani v evidenci Geofondu, se nachází na soukromých pozemcích, kde po generace slouží svým majitelům např. jako studna či místo pro uskladnění zeleniny. Tyto způsoby využití však nejsou nikde dokumentovány.

3. Ukládání odpadu v podzemí SDD

Samostatnou otázkou využití SDD v podzemí, je možnost ukládání odpadu. Na první pohled to je jednoduchý způsob, jak se odpadu, jehož zvyšující se produkce působí velké společenské problémy, zbavit.

Nejvýznamnější podzemní skládka pro speciální, vodou nerozpustné toxické odpady v Německu je v Herfa-Neurode. Ta patří společnosti Kali und Salz AG z Kaselu. V likvidované části Dolu Herfa- Neurode se skladuje odpad stohováním v komorách, v zabalených sudech nebo kontejnerech z ocelového plechu. Obr. 4.



Obrázek 4. Ukládání chemického odpadu [40].

Velká pozornost se věnuje skladování radioaktivního odpadu s vývinem tepla, jakož i vyhořelých palivových článků z jaderných elektráren. U těchto skupin odpadů je nutné odvádět porozpadové teplo, tak aby nedošlo k poškození okolní horniny. V Německu, ale i v jiných zemích je takovou horninou kamenná sůl [7].

V našich dolech zatím je k ukládání odpadu v opuštěných dílech značná nedůvěra. Argumentuje se především tím, že velká část odpadu je vodou rozpustná a komunikacemi v důlním prostředí, by výluh dříve či později pronikl do vodotečí a ohrozil by zdroje vody. Určité řešení se hledá v tak zvané solidifikaci odpadu, kdy se rozpustný odpad spojí s různými látkami a vytvoří se nová nerozpustná hmota.

4. Využití opuštěných dolů pro uložení oxidu uhličitého

O významu snížit obsah CO₂ v atmosféře je dnes už přesvědčena většina odborné i laické veřejnosti. V rámci mé disertační práce jsem uvedla dosavadní zkušenosti s možným uložením oxidu uhličitého v uhelných dolech. I když se tento záměr jeví jako nadějný a pozoruhodný, nepostoupila jeho realizace nijak významně. Přesto je ale nutné tuto možnost dál sledovat a získat nové poznatky a zkušenosti.

Podle [17 a 18] proběhlo poloprovozní ukládání CO₂ v uzavřených uhelných dolech v revíru Campigne (Belgie) v Austrálii a Kanadě.

Zkušební projekt, uložit CO₂ na uhelném dole byl realizován v Polsku.

Pilotní pracoviště pro uložení oxidu uhličitého bylo vybráno v roce 2004 a byly provedeny vrty. Injektáž CO₂ byla zaměřena na sloje karbonského souvrství, mocnosti 1 – 3 m v hloubkovém intervalu 900 – 1100 m. Aby mohla injektáž plynule probíhat, prováděly se různé zásahy, ale až v dubnu 2005, došlo zřejmě k narušení sloje, což přispělo k zlepšení injektáže. Zřejmě se v důsledku nakypření sloje, při kontaktu s CO₂, podařilo v tomto časovém horizontu, zvýšit její permeabilitu.

Celkový názor konsorcia, které projekt podporovalo, je příznivý a dokazuje, že tento způsob může pomoci iniciativě při řešení problému CO₂ v Evropě.

5. Možnost ukládání CO₂ v dolech OKD

V dolech Ostravsko-karvinského revíru probíhá od konce 20. století poměrně masivní útlum těžby a jednotlivé doly se uzavírají. Před útlumem těžby bylo v revíru 15 až 20 činných dolů, ale v roce 2014 byl jejich počet omezen na 4 doly, každý s několika závody.

V ostravské části už je činný pouze důl Paskov, dříve Staříč.

Pro možný záměr ukládání CO₂ do uzavřených dolů je rozhodující skutečnost, že doly ostravské, petřvaldské, ale i karvinské části jsou vzájemně propojeny, jednak spojovacími překopy, ale také cestami pro čerpání vody. Voda ze všech uzavřených dolů, ale i z části činných dolů karvinské oblasti se svádí do Oderské a Ostravské nádrže.

Vlivem tohoto propojení, je prakticky vyloučeno, využít k ukládání oxidu uhličitého, kterýkoli uzavřený důl uhelné pánve OKD.

Jediným uzavřeným dolem, který není důlními díly, ani vodními cestami propojen se žádným jiným dolem, je Důl Paskov, jmenovitě původní důl Paskov, dnes závod Paskov. Pro informaci, je napřed nutno objasnit názvy původní a současný důl Paskov. V jižní části revíru OKD existovaly 2 doly, Paskov a Staříč. Po uzavření původního dolu Paskov se důl Staříč

přejmenoval také na důl Paskov. Aby se označení dolu rozlišilo, používá se pro původní důl Paskov název závod Paskov.

5.1. Celková skladovací kapacita závodu Paskov

Celková skladovací kapacita pro uložení CO₂ na závodě Paskov je součet všech možných úložišť. Při předpokládaném tlaku pro uložení 1,5 MPa.

• Volné prostory	138	mil. m ³
• Adsorpce na uhelnou hmotu	58	mil. m ³
• Rozpuštění ve vodě	0,0022	mil. m ³
• Další možnosti	zanedbatelný podíl	
• Celkem	196	mil. m ³

5.2. Závěr kapitoly možnost ukládání CO₂ v dolech OKD

V disertační práci jsem řešila konkrétní situaci, uložit oxid uhličitý do uzavřených prostor Ostravsko – karvinských dolů. Pro takový způsob uložení existují ve světě zatím jen 2 příklady, kdy uložení proběhlo ve fázi poloprovozního ověření. Vyšla jsem z těchto poznatků. Získala jsem poměrně podrobné údaje o geologickém uspořádání, a současném stavu v podzemí dolu Paskov, po jeho uzavření. Pak jsem navrhla konkrétní způsob ukládání CO₂. S využitím fyzikálních zákonů, klasickým výpočtem jsem zjišťovala stěžejní problém celého projektu, zda nebude oxid uhličitý po uložení unikat k povrchu.

Výpočtem podle teorie Dary jsem zjistila, že možný objemový průtok úniku může být $Q = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Vzhledem k jeho výši se pro případnou realizaci bude muset uskutečnit zkušební etapa.

Když ale vezmu v úvahu, že do volných prostor dolu lze uložit 196 mil. m³ oxidu uhličitého, je poměr mezi uloženým a uniklým plynem výrazně příznivý, abychom mohli mluvit o jistém efektu k ochraně atmosféry.

Podle výsledků v disertační práci, se bude muset nejprve uskutečnit zkušební etapa, kdy se uloží malé množství a bude se monitorovat jeho únik. Teprve pak, po získání komplexních dat o stavu v podzemí, se rozhodne o realizaci celého projektu.

Řešením jsem dokázala, že opuštěná důlní díla celého dolu, by mohla být využita velmi racionálně.

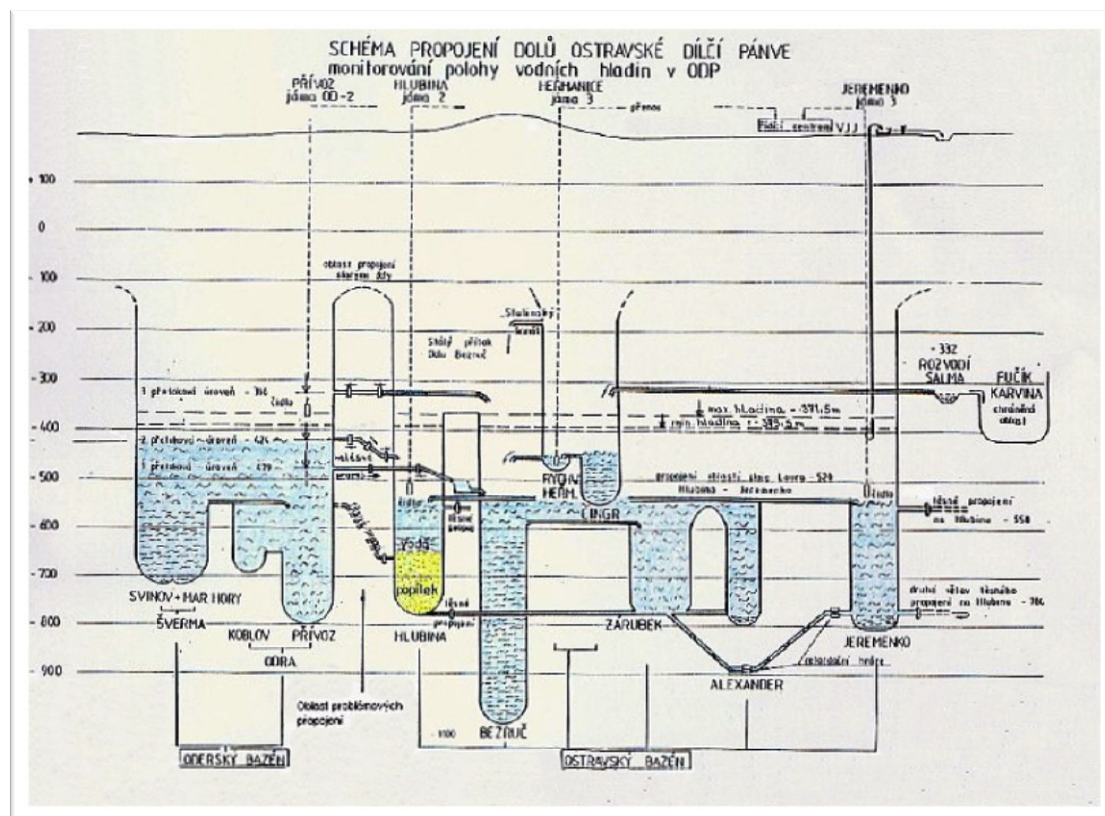
6. Využití starých důlních děl jako zdroje tepla

V této části disertační práce jsem se zabývala využitím starých důlních děl, jako zdroje tepla. Inspirovala jsem se příkladem ze Skotska, kdy se posuzuje možnost, využít stará důlní zatopená vodou, jako zdroje k vytápění povrchových objektů. Návrh, pokud by se ho podařilo realizovat, může znamenat významný ekologický a ekonomický přínos i pro ostravsko-karvinský region. V disertační práci zkoumám možnost aplikace v oblasti Ostravy. Je ale využitelný i v lokalitách Orlová, Petřvald, Karviná. Obdobně by mohly být povrchové objekty vytápěny s využitím vody ve starých důlních dílech i v řadě jiných území, kde dříve probíhala hornická činnost.

6.1. Návrh jak využít stará důlní díla k vytápění v Ostravě.

Pro zpracování podrobnějšího návrhu, kde instalovat tepelná čerpadla a s jakým výkonem, bude potřeba provést studii a prováděcí projekt.

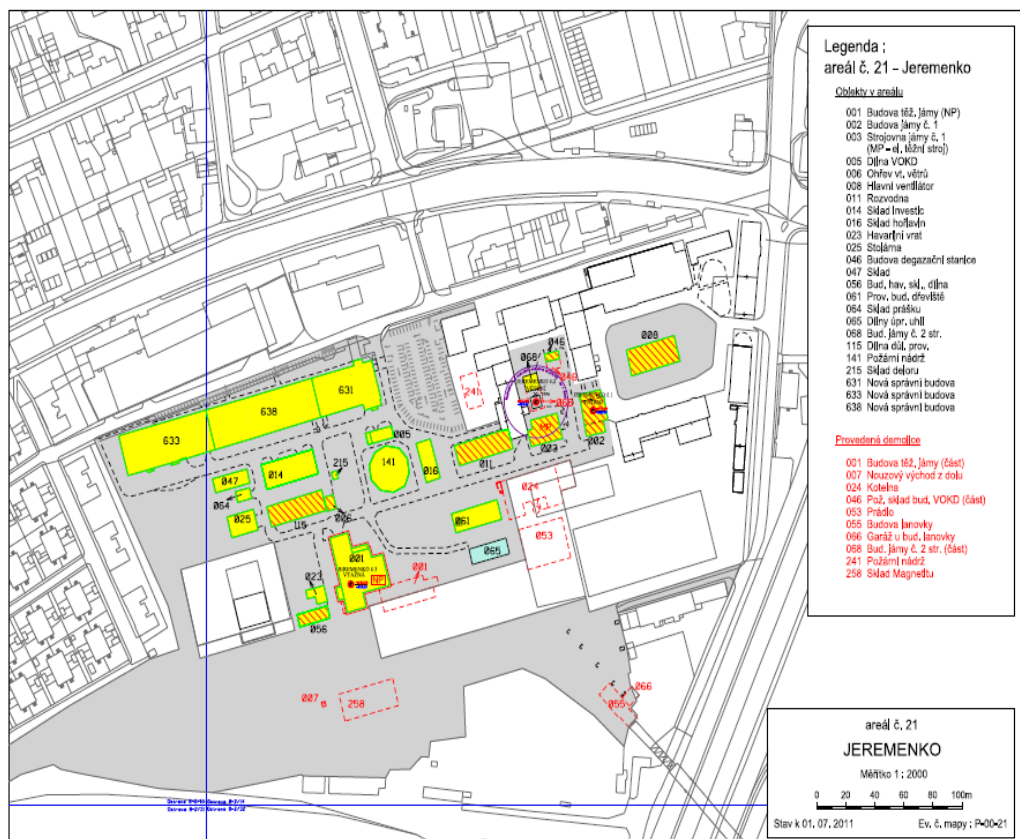
V současné době mám k dispozici přehled, jak je voda z Ostravsko–karvinských dolů svedena do podzemních nádrží. Pokud vyjdu z této dokumentace, obr. 5, pak se jeví jako vhodné vybudovat stanice tepelných čerpadel pro lokality Šverma, Koblov, Přívoz, Hlubina, Heřmanice, Zárubek, Alexander, Jeremenko. [28].



Obrázek 5. Komunikace mezi doly OKD. Přepřacováno podle. [5].

Pro přibližné určení výkonu tepelného čerpadla a pořizovacích nákladů jsem využila kalkulátorů, jak jsou uvedeny v [29 a34]. Zadála jsem požadavek, jaký by byl potřebný tepelný výkon a pořizovací náklady pro vytápění objektu v okolí jámy Jeremenko o celkové ploše 3 000m².

Dle obrázku č. 6 budou vytápěny objekty s číslem 631,633,683, o celkové ploše 3 000m².



Obrázek 6. Situace objektů v okolí jámy Jeremenko [39].

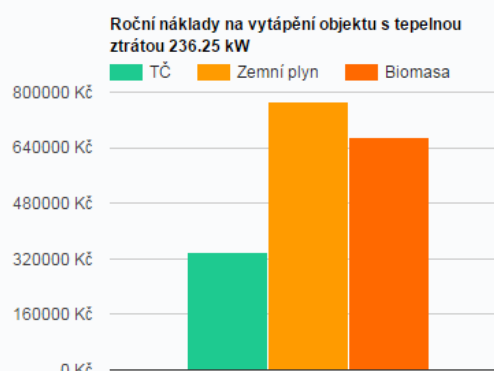
Kalkulátorem lze vypočítat potřebný výkon tepelného čerpadla. V tomto konkrétním případě pro vytápění plochy 3000 m² je zapotřebí tepelné čerpadlo o výkonu 236 kW, které bude ve variantě typu voda-voda.

Celkové náklady na spotřebu energie mého objektu

	Za 1 rok	Za 25 let
Peletky	670 243 Kč	36 772 526 Kč
Zemní plyn	770 588 Kč	42 277 906 Kč
Tepelné čerpadlo	337 321 Kč	18 506 965 Kč

Úspory s tepelným čerpadlem

	Za 1 rok	Za 25 let
Ve srovnání s peletkami:	332 921 Kč	18 265 561 Kč
Ve srovnání se zemním plynem	433 266 Kč	23 770 941 Kč



Obrázek 7. Česká verze kalkulátoru pro tepelné čerpadlo [34].

6.2. Úspory

Úspory byly vyčísleny podle kalkulátoru [29 a34].

Úsporu nákladů můžeme vypočítat pro 2 varianty.

1. Tepelným čerpadlem nahradíme klasické vytápění a to podle českého kalkulátoru tak že místo zemního plynu, nebo peletek použijeme tepelné čerpadlo. Roční náklady vytápění by pak pro náš výkon 240 kW byly, 337 321 Kč, viz obr. 7.

Doba návratnosti investic

Doba návratnosti je nejjednodušší, nejméně vhodné, ale naopak velice často užívané ekonomické kritérium. Největší nevýhodou tohoto kritéria je, že zanedbává efekty po době návratnosti a zanedbává fakt, že peníze můžeme vložit do jiných investičních příležitostí. Standardně se prostá doba návratnosti počítá dle následujícího vzorce [38].

$$T_s = \frac{IN}{CF} \quad (1)$$

T_s = doba návratnosti,

CF = roční úspora nákladů (nebo roční příjem)

IN = investiční výdaj

Výpočet doby návratnosti pro konkrétní příklad, zemní plyn versus tepelné čerpadlo:

$$T_s = \frac{4\,485\,230}{433\,266} = 10 \text{ let}$$

2. Tepelné čerpadlo bude podle řešení v disertační práci pracovat s využitím teplé vody z retenční nádrže a tím se zvýší jeho účinnost.

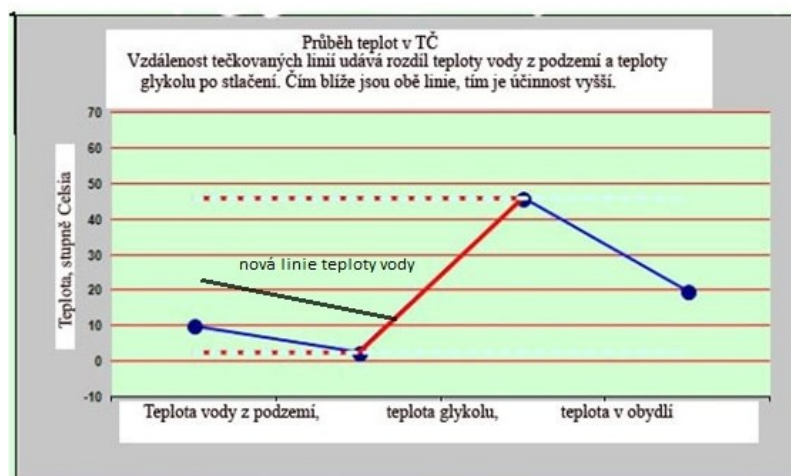
Pro stručnou ekonomickou bilanci je použit tento příklad.

Na vytápěný objekt o podlahové ploše 3 000 m² by bylo zapotřebí tepelné čerpadlo (nebo čerpadla) o celkovém výkonu pro vytápění cca 240 kW. Pořizovací náklady celé investice na tepelné čerpadlo (případně čerpadla), lze s využitím anglické verze kalkulátoru stanovit na 4 485 230,-Kč. [29].

Pořizovací náklady ve výši 4 485 230,-Kč lze rozdělit takto:

zemní díla 30 %	tj.	1 345 569 Kč
elektroinstalace 10 %	tj.	448 523 Kč
tepelné čerpadlo plus příslušenství 40 %	tj.	1 794 092 Kč
automatizace 20 %	tj.	879 046 Kč

Zvýšení účinnosti tepelného čerpadla podle obr. 33, jako poměr rozdílu 45^0 ku 1^0 pro běžné uspořádání, nebo 45^0 ku 12^0 , s využitím teplé vody z retenční nádrže, dostaneme poměr $45/3,7 = 12$. (Obr. 9).



Obrázek 8 Průběh teploty v tepelném čerpadle před a po využití vody z podzemí.

Teoreticky by tak mohly roční náklady na vytápění klesnout až dvanáct krát. To je, zatím jen teoreticky, pozoruhodná úspora. Prakticky, s ohledem na vztah mezi teoretickým a skutečným provozem, ovlivněným celou řadou ztrát, klesnou určitě o 30 %.

Potom roční náklady na energii 337 321 Kč klesnou na 236 124 Kč.

Roční úspora na spotřebu energie k vytápění, jen u tohoto jednoho objektu tak může dosáhnout částky 101 196 Kč.

Úspory pořizovacích nákladů budou u zemních děl, která jsou pro příklad jámy Jeremenko k dispozici, tedy prakticky úspora 1 345 596 Kč.

Ppořizovací náklady oproti klasické instalaci tepelného čerpadla klesnou jako rozdíl $4\,485\,230 - 1\,349\,596$ na **3 135 634 Kč**

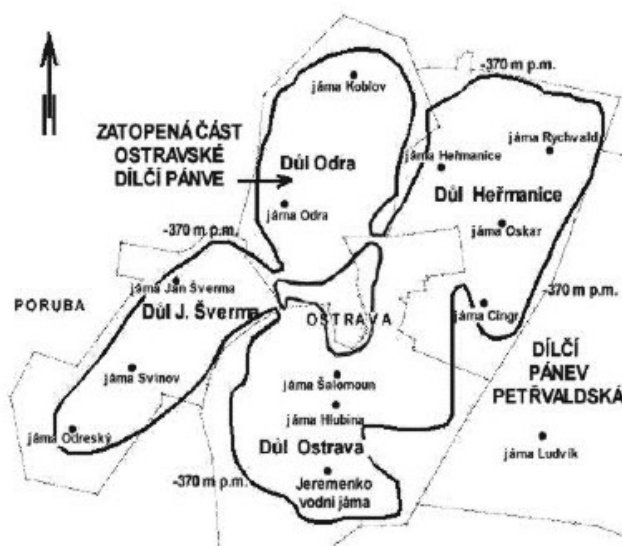
Potom by se i ve vzorci (1) změnilы hodnoty a T_s by bylo daleko příznivější

$$T_s = \frac{3135634}{433266} = 7 \text{ let.}$$

Návratnost investic tak bude o 3 roky kratší.

Nevyčíslitelná hodnota návrhu, vlivu na životní prostředí, ale může celou ekonomickou bilanci posunout do zcela jiné dimense.

Z půdorysu tvaru hladiny nádrže v úrovni – 360m, obr. 9, pak zjistíme, jaká je zástavba na povrchu a podle toho se rozhodne o situování tepelných čerpadel, aby byla co nejblíže objektům. S rostoucí délkou rozvodu tepla, klesá účinnost. Konkrétní řešení je uvedeno pro lokalitu Jeremenko.



Obrázek 9. Půdorys nádrže důlních vod v úrovni -360m.

Víme, že voda z nádrže je slaná, agresivní a systém tepelného čerpadla by poškodila. Proto ji využijeme jenom k ohřátí výparníku. Proveďte se to takto. Voda z podzemí, teplá kolem 25⁰ C, se přivede k výparníku. Teplota vody a chemické složení je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1. Teplota a chemické složení vody v nádrži Jeremenko, rok 2015 [39].

Datum	14.1.	25.2.	16.3.	21.4.	26.5.	18.6.
teplota [°C]	25,4	25,1	25,1	25,2	25,2	25,3
vodivost [$\mu\text{S cm}^{-1}$]	14 800	14 500	14 600	14 500	14 400	14 400
NL [mg dm^{-3}]	23	22	25	27	<10	28
RAS [mg dm^{-3}]	8500	7800	8 400	8 200	8 500	8 600
SO ₄ [mg dm^{-3}]	377	356	401	421	431	384
CL [mg dm^{-3}]	4 030	3 560	3 830	3 830	32 820	3 800
Fe [mg dm^{-3}]	0,161	0,348	0,255	0,622	0,421	0,357
NEL [mg dm^{-3}]		0,11			0,116	
Datum	13.7.	26.8.	14.9.	15.10.	20.11.	4.12.
teplota [°C]	24,8	24,8	24,8	26,1	23,7	24,6
vodivost [$\mu\text{S cm}^{-1}$]	14 400	9 380	13 600	12 600	15 400	15 500
NL [mg dm^{-3}]	<10	<10	41	<10	<10	<10
RAS [mg dm^{-3}]	8 200	5 900	7 700	7 100	8 200	8 300
SO ₄ [mg dm^{-3}]	377	606	428	462	277	277
CL [mg dm^{-3}]	3 540	1 720	3 380	2 750	4 200	4 290
Fe [mg dm^{-3}]	0,373	1,2	1,49	0,103	0,422	0,179
NEL [mg dm^{-3}]		<0,5			<0,5	

Mořská voda vykazuje konduktivitu okolo 5 S/m.

Voda z retenční nádrže Jeremenko vykazuje hodnotu až 1,5 S/m. Svými vlastnostmi, co se týče konduktivity, blíží úrovni mořské vody.

Mořská voda obsahuje přibližně 35g salinity na 1litr.

Pokud sečtu všechny chemické látky, které mohou způsobovat salinitu vody z retenční nádrže Jeremenko, může to být podle tabulky 7, až kolem 13 g/l.

Voda v retenční nádrži Jeremenko dosahuje téměř polovinu hodnoty salinity mořské vody.

RAS je množství rozpuštěných anorganických solí. Udává součet všech rozpuštěných anorganických minerálních látek. Používá se k vyjádření celkové mineralizace vody.

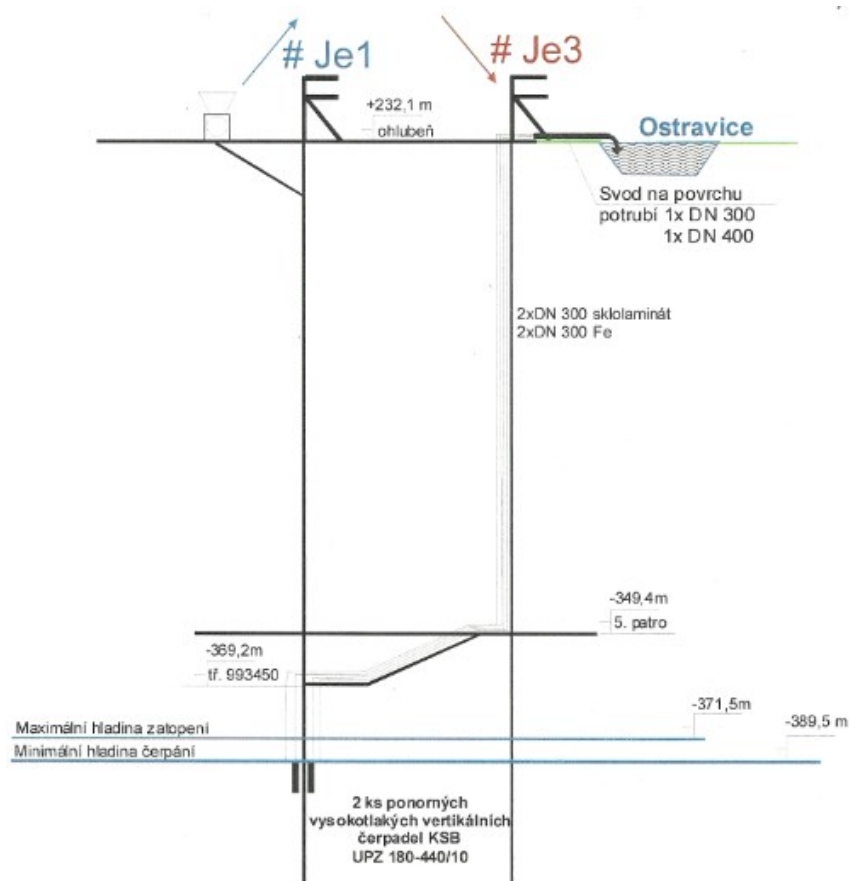
Teplota vody v retenční nádrži Jeremenko se pohybuje v rozmezí 23,7 až 26,1⁰ C.

Významné jsou také objemy čerpané vody v jednotlivých letech. [39].

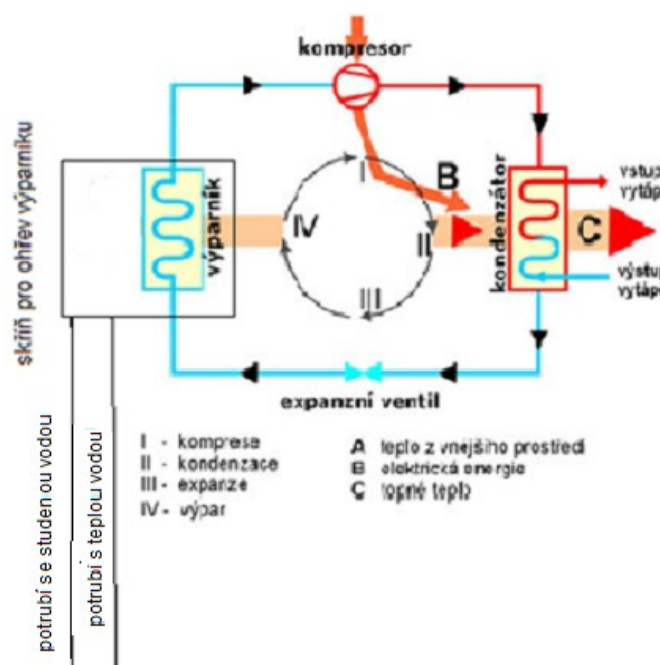
Všechny uvedené vlastnosti vody z retenční nádrže Jeremenko jsem zohlednila při návrhu výparníku v antikorozním provedení.

Na obr. 10 je uvedeno, jak se čerpá voda z retenční nádrže. V disertační práci navrhuji, že z výtlačného potrubí se teplá voda převede k výparníku a po jejím ochlazení se chladná voda odvede do povrchové vodoteče, a doplní se teplou vodou z výtlačného potrubí. (Obr. 11).

Proces výměny vody je automatizován na principu teploty. Když poklesne teplota v nádrži kolem výparníku, odpustí se vypočtená zásoba vody v nádrži kolem výparníku, uvede se do činnosti čerpadlo výtlačného potrubí, a otevře přívod teplé vody k výparníku. Po doplnění výparníku teplou vodou se proces čerpání vody do výparníku přeruší a odčerpává se jen zásoba vody v retenční nádrži potřebná k udržení stanovené hladiny.



Obrázek 10. Čerpání vody z retenční nádrže [31].



Obrázek 11. Odběr vody z výtlačného potrubí k výparníku, vrácení ochlazené vody a systém práce tepelného čerpadla [vlastní řešení].

Tímto uspořádáním se zvýší účinnost tepelného čerpadla, kdy je možno využít teploty vody z podzemí, která dosahuje až 26⁰ C, a tím se zvýší účinnost dle obr. 8.

Důležitým přínosem disertační práce je využití stávajícího způsobu čerpání vody z retenční nádrže. Běžně se pro instalaci tepelného čerpadla systému teplá voda, musí zřídit hlubinný vrt, nebo zemní výkop pro položení potrubí k ohřevu vody.

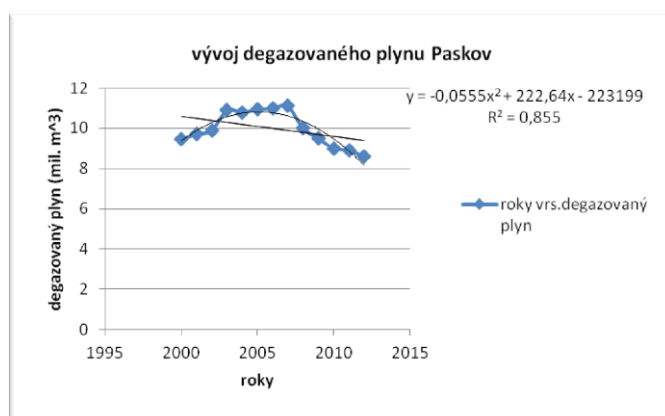
Ale i tam, kde takové dílo k dispozici není, lze ho nahradit svislým vrtem s obdobným vybavením, jak je popsáno na příkladu jámy Jeremenko.

Nezanedbatelným a mimořádně významným přínosem průmyslového vlastnictví je okolnost, že tímto řešením nevzniknou pro vytápění objektů žádné škodlivé látky, jako tomu je při spalování všech druhů paliv. Přínos pro zkvalitnění ovzduší a ochrany zdraví obyvatelstva je nevyčísitelný.

7. Získání metanu z uzavřených dolů

V poslední době oznámila těžební společnost v Ostravsko-karvinských dolech, že vzhledem k poklesu cen uhlí, nebude schopna dál konkurovat a rozhodla se k dramatickému omezení těžby, a uzavírání dolů. Pokud by k tomuto stavu skutečně došlo, je nutno připravit řadu opatření, ke zmírnění ekonomického a sociálního dopadu. Zařadila jsem proto do disertační práce studii, jak danou situaci částečně řešit.

Jako velmi vhodné se jeví ponechat po uzavření dolu v činnosti degazační systém. Takové řešení bylo uplatněno při uzavření závodu Paskov a při provozu degazační stanice je získáván plyn v přepočtu na 100 % koncentraci metanu v objemech dle obrázku 12.



Obrázek 12. Objem degazovaného plynu na závodě Paskov. Přepočováno podle [36].

Závěr

V doktorské disertační práci jsem provedla analýzu využití starých důlních děl. Z přehledu, že stará důlní díla lze využít mnoha způsoby. Větší pozornost jsem ale věnovala takovým eventualitám, kdy stará důlní díla mohou přinést užitek z ekonomického a také bezpečnostního hlediska.

Domnívám se, že můj přínos k využití starých důlních děl je i získání tepelné energie. A za dosti významný posun naší dosavadní praxe považuji i návrh využít důlního plynu, zejména metanu, který je shromážděn v uzavřených dolech.

Domnívám se, že vytýčené cíle práce byly splněny.

Za zvláště významný přínos ve vědecké oblasti považuji návrh, využití tepla z odpadních vod, které jsou soustředěny v podzemí uzavřených dolů a tento problém, nebyl v naší vědecké oblasti, ani prakticky doposud řešen. Tímto řešením, lze získat značný ekonomický efekt a má důležitý vliv na zlepšení životního prostředí.

Literatura

- [1] Stará důlní díla - Česká geologická služba [online]. www.geology.cz , [cit.2015-01-03]. dostupný na [www: http://www.geology.cz/extranet/sgs/dulni-dila/stara-dulni-dila](http://www.geology.cz/extranet/sgs/dulni-dila/stara-dulni-dila)
- [2] Kukutsch, R., Žůrek, P., Hudeček, V. (2010): Návrh alternativního využití starých a opuštěných důlních děl v České republice. Uhlí, rudy, geologický průzkum. Roč. 52, č. 4 (2010), s. 9-13. ISSN 1210-7697
- [3] www.zdarbuh.cz
- [4]<https://www.google.cz/search?q=hornické+muzeum+landek&biw=1706&bih=900&tbm=isch&imgil=IlbpxRG0ExXIMM%253A%253BHrLwVTkV9EoiuM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww>.
- [5] [https://cs.wikipedia.org/wiki/Hornick%C3%A9_muzeum_\(Ostrava\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Hornick%C3%A9_muzeum_(Ostrava)) .[cit. 2016-03-01].
- [6] Sala Silvergruva [online]. [www. salasilvergruva.se](http://www.salasilvergruva.se), [cit.2014-05-18]. Dostupný na WWW: www.salasilvergruva.se/en/logi/
- [7] Dirner, V: Využití důlních prostor. Uhlí Rudy Geologický průzkum 1/2015
- [8] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Solidifikace> .[cit. 2016-03-01].
- [9]https://www.google.cz/webhp?sourceid=chromeinstant&rlz=1C1AVSW_enCZ376&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=WIPP
- [10] Lát, J.: Nebezpečná událost s radioaktivním odpadem v Novém Mexiku. Záchranář 4/2014.
- [11]<https://www.google.cz/search?q=solidifikace+nebezpečných+odpadů&biw=1706&bih=900&tbm=isch&imgil=oV2INJ2B2WxshM%253A%253BecAf51OnSJN8EM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.mariuspedersen.cz%25252Fcs%25252Fo-marius-pedersen%25252Fsluzby%25252F15.shtml&source=iu&pf=m&fir=oV2INJ2B2WxshM%253A%252CecAf51OnSJN8E>
- [12] https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_geological_repository
- [13] <file:///C:/Users/Lat/Downloads/mpfstorage.pdf> .[cit. 2016-01-03].
- [14] <https://www.google.cz/#q=storing+waste+in+old+underground+work> .[cit. 2016-01-05].
- [15] http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/ac48664b7886cf4_ek.pdf .[cit. 2016-01-05].
- [16] <http://recopol.nitg.tno.nl> .[cit. 2016-02-01].
- [17] PIESSENS, K, DUSAR, M.: Feasibility of CO₂ sequestration abandonen coal mines in Belgium. Proccedings of the 5th European Coal Conference. dostupné z <http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=2039&context=coal> .[cit. 2014-03-01].

- [18] JALILI, P., SAYDAM, S., Y. CINAR, Y. CO₂ Storage in Abandoned Coal Mines. Wollongong & the Australasian Institute of Mining and Metallurgy University of, © 2011. [cit. 2014-03-01].
- [19] URBAN, P. Řešení plynových poměrů při ukončení činnosti s aplikací na Důl Paskov. VŠB TU-Ostrava, 2000. Doktorandská dizertační práce.
- [20] LÁT, J.: Dobývání nízkých ploše uložených slojí ve složitých důlně geologických podmínkách. Praha: SNTL, 1988.
- [21] Důl Paskov, Interní materiály dolu Paskov, 2010.
- [22] CO2GeoNet in the Winter 2013: *European Energy Innovation: Geological storage of CO 2 and the r. In: Carbon capture & storage* ©2013. [cit. 2014-01-12]. Dostupné z: http://www.co2geonet.com/UserFiles/file/Newsletter/EuropeanEnergyInnovation-Winter2013_lr.pdf [cit. 2015-03-01].
- [23] Pennsylvania Academy of Science: Subsidence troughs. *Pennsylvania departmenof environmental protection* [online]. Commonwealth of Pennsylvania, © 2010- Dostupné z: <http://www.dep.state.pa.us/msi/illus/html/TroughSubsidence.html> 2014
- [24] CalcTool, SHIPWAY, A.S. *Porosity and permeability* © 2008 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://www.calctool.org/CALC/eng/fluid/darcy> [cit. 2016-03-01].
- [25] <http://www.thenakedscientists.com/HTML/content/interviews/interview/2231/>
- [26] <http://ekoenergie.altec-int.cz/tepelny-cerpadlo-princip-a-funkce.htm> [cit. 2014-06-05].
- [27] <http://www.energygroove.net/energycalculator-heatpumps.php> [cit. 2014-06-10].
- [28] http://slon.diamo.cz/hpvt/2003/sekce_z/PZ08%20P.htm [cit. 2014-08-05].
- [29] <http://www.heatpumpcalculator.com/> [cit. 2015-06-05].
- [30] [http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/priklad-instalace-v-rodinnem-dome-s-teplnou-ztratou-15 kw](http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/priklad-instalace-v-rodinnem-dome-s-teplnou-ztratou-15kw) [cit. 2014-06-05].
- [31] Rudický, R.: Použitá technologie při čerpání důlních vod na vodní jámě Jeremenko. Bakalářská práce VŠB – TU 2015.
- [32] Green Gas a.s.: Interní materiály Green Gas a. s., Ostrava. 2014.
- [33] Prokop, P., Zapletal, P., Pěgřimek, I.: Prognosis of residual coal gas capacity made by the „Expres method“. *International Journal of Minerals, Metalurgy and Materials*, Volume 18, Number 2, April 2011, page 127, ISSN 1674-4799, impactovaný časopis. [cit. 2015-03-01].
- [34] <http://www.mastertherm.cz/kalkulacka-uspor>
- [35] http://www.robur.cz/download/65524_Robur_katalog%20TC%202011_01.pdf [cit. 2015-06-02]
- [36] Lát, J.: Využití metanu z uzavřených dolů. *Záchranář* 2003/03.

- [37] <http://clitech01.en.made-in-china.com/productimage/BqDEWHZCSXci-2f1j00JBsTSaAUSKke/China-230kw-Water-Source-Hot-Water-Heat-Pump.html>
[cit. 2015-03-02]
- [38] <http://www.tzb-info.cz/2786-vypoctova-pomucka-ekonomicka-efektivnost-investic-ii>
[cit. 2015-03-02]
- [39] Interní materiály poskytnuté st. p. Diamo
- [40] <http://www.sueddeutsche.de/wissen/untertagedeponie-so-verschwindet-das-gift-unter-der-erde-1.620160-3> [cit. 2015-03-02]
- [41] <http://ieaghg.org/publications/greenhouse-news/63-greenhouse-issues-june-2005-number-78> [cit. 2015-03-02]

Vlastní publikace

BACTERIAL LEACHING OF URANIUM RAW MATERIALS FROM ROZNA DEPOSIT (CZECH REPUBLIC)

Závada Jaroslav; Nadkanská Hana; Bouchal Tomáš; Gibesová Beáta; Cibulcová Adéla; Blažek Vladislav

SGEM 2014 : GeoConference on Ecology, Economics, Education and Legislation : 17-26, June, 2014, Albena, Bulgaria : conference proceedings. Volume III, Exploration and mining mineral processing, 79-84

Rok **2014**. RIV/61989100:27350/14:86089822

PŘÍSPĚVEK VE SBORNÍKU (Příspěvek z mezinárodní akce)

COMPARISON OF METHODOLOGICAL APPROACHES OF HYDRORECLAMATIONS IN LIGNITE MINING BASINS ON THE EXAMPLE OF THE CZECH REPUBLIC AND GERMANY

Dušková Veronika; Gibesová Beáta; Cibulcová Adéla;

Trčková Helena; Hudeček Vlastimil; Vavříková Eva

SGEM 2014 : GeoConference on Ecology, Economics, Education and Legislation : 17-26, June, 2014, Albena, Bulgaria : conference proceedings. Volume III, Exploration and mining mineral processing, 129-137

Rok 2014. RIV/61989100:27350/14:86089824

PŘÍSPĚVEK VE SBORNÍKU (Příspěvek z mezinárodní akce)

MINING OF URANIUM ORE IN THE WORLD AND IN THE CZECH REPUBLIC

Žůrek Petr; Zubíček Václav; Gibesová Beáta; Cibulcová Adéla; Martínková Lucie

SGEM 2014 : GeoConference on Ecology, Economics, Education and Legislation : 17-26, June, 2014, Albena, Bulgaria : conference proceedings. Volume III, Exploration and mining mineral processing, 361-370

Rok **2014**. RIV/61989100:27350/14:86089826

PŘÍSPĚVEK VE SBORNÍKU (Příspěvek z mezinárodní akce)

THE POSSIBILITY OF METHANE EXPLOATATION FROM CLOSED UNDEGROUND MINES

Hudeček Vlastimil; Urban Petr; Gibesová Beáta; Chovanec Josef; Cibulcová Adéla

SGEM 2014 : GeoConference on Ecology, Economics, Education and Legislation : 17-26, June, 2014, Albena, Bulgaria : conference proceedings. Volume III, Exploration and mining mineral processing, 697-703 Rok 2014. RIV/61989100:27350/14:86089827

PŘÍSPĚVEK VE SBORNÍKU (Příspěvek z mezinárodní akce)

NOVÉ ZPŮSOBY ZNEŠKODŇOVÁNÍ PRACHU POSTŘÍKEM V HORNICTVÍ

Prokop Pavel; Gibesová Beáta; Zapletal Pavel; Dušková Veronika; Trčková Helena;

Vavříková Eva; Cibulcová Adéla Stavební technika, 13,4/2014, 26-32

Rok 2014. RIV/61989100:27600/14:86089829

RIV/61989100:27350/14:86089829 ČLÁNEK (Článek domácí)

Utilization of Abandoned Mine Workings for Heating

Žůrek Petr; Gibesová Beáta; Cibulcová Adéla; Kukutsch Radovan; Kostrhun Jiří

SGEM 2014 : GeoConference on Ecology, Economics, Education and Legislation : 17-26, June, 2014, Albena, Bulgaria : conference proceedings. Volume III, Exploration and mining mineral processing, 753-760 Rok 2014. RIV/61989100:27350/14:86090091

PŘÍSPĚVEK VE SBORNÍKU (Příspěvek z mezinárodní akce)

Analýza využití a zajištění starých důlních děl v ČR

Cibulcová Adéla; Gibesová Beáta; Žůrek Petr. Uhlí-Rudy-Geologický průzkum, 62,3, 20-23

Rok 2014. RIV/61989100:27350/14:86091274 ČLÁNEK (Článek domácí)

EFFECTIVE DISPOSAL OF DUST BY SPRAYING

Gibesová Beáta; Cibulcová Adéla; Koranda Jiří; Kratochvíl Michal; Nadkanská Hana

SGEM 2015: 15th International Multidisciplinary Scientific Conference SGEM 2015: Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining : 18-24. June, 2015, Albena, Bulgaria : conference proceedings. Volume III, 255-262

Rok 2015. PŘÍSPĚVEK VE SBORNÍKU (Příspěvek z mezinárodní akce)

**ANALYSIS OF UTILIZATION AND SECURING OF OLD MINE WORKINGS IN
THE CZECH REPUBLIC:**

Cibulcová Adéla; Gibesová Beáta; Dušková Veronika; Koranda Jiří

SGEM 2015: 15th International Multidisciplinary Scientific Conference SGEM 2015: Science
and Technologies in Geology, Exploration and Mining : 18-24.June, 2015, Albena, Bulgaria :
conference proceedings. Volume III.,63-72

Rok 2015. PŘÍSPĚVEK VE SBORNÍKU (Příspěvek z mezinárodní akce)